Québec

Note de recherche forestière n° 98

Accroissement après 15 ans dans une érablière à la suite de coupes de jardinage de diverses intensités

Zoran Majcen[1] et Steve Bédard[1], en collaboration avec Laurier Groleau[1], Jocelyn Hamel[1] et Pierrot Boulay[1]

F.D.C. 568(047.3)(714)
L.C. SD397.S775

Résumé

En 1983, des coupes de jardinage de trois intensités différentes (28, 38 et 52 %) ont été réalisées dans la forêt de Sainte-Véronique (Québec) dans le but d'étudier la dynamique des peuplements traités au cours d'une rotation de quinze ans. Les mesurages effectués quinze ans après la coupe démontrent que les peuplements ont bien réagi aux traitements pour ce qui est de leur accroissement en surface terrière et de leur régénération. Dans le bloc traité à 28 % (intensité légère), la surface terrière initiale avant la coupe est presque reconstituée après quinze ans, comme on avait pu le prévoir. Les résultats ont été obtenus selon deux méthodes de mesurage des diamètres, soit au galon circonférentiel et au compas forestier. L'accroissement annuel net en surface terrière mesuré au galon circonférentiel varie de 0,39 à 0,40 m²/ha dans les blocs traités comparativement à 0,28 m²/ha dans le témoin. Les mesures au compas forestier sur des superficies plus grandes donnent des résultats comparables à celles prises au galon. L'accroissement annuel net dans les blocs traités varie de 0,37 à 0,45 m²/ha ; pour le témoin, il est de 0,14 m²/ha. Si on ajoute l'accroissement des gaules, l'accroissement net total se situe entre 0,43 et 0,63 m²/ha dans les blocs traités et à 0,21 m²/ha dans le témoin. Les gaules d'érable à sucre sont largement dominantes dans les blocs traités à intensité modérée (38 %) et forte (52 %). Le hêtre dépasse en nombre l'érable à sucre dans le bloc traité à intensité légère (28 %) ; presque absent il y a quinze ans, on remarque qu'il est passé à plusieurs centaines de gaules dans les blocs coupés et mêmes dans le témoin. Les gaules de bouleau jaune constituent entre 4,5 et 7,1 % du nombre total de gaules et ce pourcentage augmente avec l'intensité de la coupe. Selon les résultats obtenus, une coupe de jardinage avec prélèvement de près du tiers de la surface terrière demeure préférable si on considère une durée de rotation entre 15 et 20 ans et le maintien d'une structure jardinée.

Mots-clés : érablière, coupe de jardinage, accroissement en surface terrière, accroissement en diamètre, régénération, rotation.

Abstract

Increment after 15 years in a maple stand following selection cuttings of different intensities. *In 1983, three levels of selection cutting (28, 38, and 52 % of basal area removed) were applied to a stand of the Sainte-Véronique forest in Quebec, in order to study treatment effects on stand dynamics and growth over a 15-year cutting cycle. Measurement taken at the end of the period show that basal area increment as well as regeneration responded to cutting. In the part of the stand where 28 % of basal area had been removed (light cutting), initial basal area was almost completely reconstituted at the end of the cutting cycle, as had been hypothetised. These results are based on two measurement methods : one using diameter tapes on small plots and the other using calipers on larger plots. With the first method, annual net basal area increment varies from 0.39 to 0.40 m²/ha in the treated plots as compared to 28 m²/ha in the control. Results are of the same order of magnitude with caliper, that is 0.37 to 0.45 m²/ha in the treated plots and 0.14 m²/ha in the control. When increment of the saplings is included, these figures are 0.43 and 0.63 m²/ha in the treated plots and 0.21 m²/ha in the control. Sugar maple saplings are by far the most abundant in the plots with moderate (38 %) and heavy (52 %) removals. However beech is more abundant than maple in the light (28 %) cutting. It should be noted that beech saplings, almost absent 15 years ago, now amount to several hundred stems in the treated plots and even in the control. Yellow birch saplings make up 4.5 to 7.1 % of all saplings and this percentage increases with cutting intensity. Based on these results, it can be concluded that light selection cutting, removing close to one third of stand basal area, can be recommended when the objective is to maintain an all-aged stand structure on a 15- to 20-year cutting cycle.*

Key words : sugar maple, selection cutting, basal area increment, diameter increment, regeneration, cutting cycle.

[1] Direction de la recherche forestière, **Forêt Québec.**

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) G1P 3W8 Canada

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : rech.for@mrn.gouv.qc.ca

Introduction

Les coupes de jardinage ont une longue tradition et une large application dans la foresterie de plusieurs pays d'Europe. Aux États-Unis, elles sont connues sous le nom de *selection cuttings* et sont utilisées depuis plusieurs décennies dans les forêts inéquiennes du Nord-Est (*Eastern Hardwood Region*) limitrophes de nos forêts feuillues du sud-ouest du Québec. De nombreux ouvrages américains ont élaboré des méthodes d'aménagement des forêts inéquiennes par les coupes de jardinage. Parmi ceux-ci, mentionnons ceux d'Arbogast (1957), Crow et Metzger (1987), Crow *et al.* (1981), Eyre et Zillgit (1953), Hansen et Nyland (1987), Leak (1996), Leak et Filip (1977), Marquis *et al.* (1984), Murphy *et al.* (1993), Nyland (1998), O'Hara (1998) et Tubbs (1968).

La pratique des coupes de jardinage a commencé dans les forêts feuillues inéquiennes du Québec en 1983, d'abord sur de petites superficies, pour prendre de l'ampleur au cours des années subséquentes. Dans le but de faciliter la démonstration et le suivi de cette méthode sylvicole, nous avons établi plusieurs dispositifs expérimentaux dans diverses régions du Québec méridional. Les premiers résultats ont déjà été présentés cinq et dix ans après la coupe (Majcen et Richard 1992, 1995, Majcen 1995, 1997). Le présent ouvrage est basé sur 15 ans de croissance et devrait donner de meilleurs indices sur le développement des peuplements en fonction des traitements appliqués. Bien qu'une analyse statistique classique ne soit pas possible pour l'instant, il nous semble tout de même justifié de présenter ces résultats immédiatement. Leur caractère unique nous permet tout de même de dégager l'effet possible des coupes de jardinage au Québec au cours d'une rotation. Les résultats provenant des autres dispositifs permettront, dans quelques années, de préciser davantage les résultats présentés ici.

Matériel et méthode

L'étude a été réalisée dans la forêt d'enseignement et de recherche « Mousseau », plus connue sous le nom « forêt de Sainte-Véronique ». Cette forêt est située entre 46° 33' et 46° 37' de latitude nord et 74° 54' et 74° 59' de longitude ouest. Elle couvre près de 3 600 ha et est subdivisée en 15 compartiments. Les coupes de jardinage ont commencé en 1983 dans le premier compartiment et se sont terminées dans le quinzième en 1997, complétant ainsi la rotation prévue. Le premier dispositif a donc été établi en 1983 dans le premier compartiment. Le but de cette expérience était de comparer l'accroissement des arbres et le développement de la régénération par rapport aux diverses intensités de coupe.

Le relief de ce territoire est caractérisé par des collines arrondies dont les sommets atteignent des altitudes de 400 à 500 m. Les dénivellations ne sont pas fortes et varient entre 50 et 200 m. D'après les données de la station météorologique de Nominingue, située à 20 kilomètres au sud du dispositif expérimental, la température annuelle moyenne est de 3,1 °C, la température moyenne de janvier est de -13,8 °C et la température moyenne de juillet est de 17,5 °C. Le nombre de journées ayant une température maximale supérieure à 0 °C est de 264. La précipitation totale annuelle est de 1034 mm et la précipitation totale de mai à septembre est de 490 mm. Selon la cartographie de Lajoie (1967), plus de 99 % des sols du territoire appartiennent à la série de Sainte-Agathe, laquelle se développe sur un till très pierreux et bien drainé dont la texture est un loam sableux provenant de roches précambriennes. Les sols prédominants de cette série sont des podzols.

La forêt de Sainte-Véronique fait partie du domaine climacique de l'érablière à bouleau jaune de Grandtner (1966) et de Thibault (1985). La cartographie écologique (Richard *et al.* 1982) fait ressortir une prédominance d'érablières sur tout le territoire de cette forêt.

Le dispositif expérimental est subdivisé en quatre blocs de coupe, trois blocs traités et un bloc témoin. Les blocs sont tous situés dans la même unité cartographique selon la carte de Richard et *al.* (1982) et font partie du groupement écologique de l'érablière à bouleau jaune et hêtre qui a été décrit dans Majcen et *al.* (1984). Les trois blocs traités ont été tout d'abord marqués pour la coupe selon trois intensités : légère (29 %), modérée (34 %) et forte (49 %). Chacun des blocs ne compte qu'un seul traitement. Les arbres les moins vigoureux ont été marqués en priorité selon la méthode élaborée par Majcen *et al.* (1990). L'intensité de la coupe a été quelque peu différente de l'intensité de marquage, avec des pourcentages respectifs de 28, 38 et 52 %. Les surfaces terrières résiduelles, mesurées immédiatement après la coupe ont été respectivement de 19,3, 17,1 et 12,8 m²/ha.

L'étude de la dynamique et de la structure en fonction des traitements demande des dispositifs de grande surface (Mayer 1952, Curtis 1978). De plus, des superficies opérationnelles devaient être utilisées afin de rendre les résultats des coupes transférables ailleurs. Pour ces raisons, chacun des blocs a une superficie totale de 2 ha. Ils sont subdivisés en quatre unités d'échantillonnage contiguës de 0,5 ha. Les arbres de plus de 10 cm de dhp ont été mesurés au compas forestier dans toutes les unités : avant la première coupe, immédiatement après et quinze ans après. Le diamètre des gaules (tiges de 1,1 à 9 cm de dhp) a été mesuré sur une superficie d'un hectare pour les mêmes périodes. Dans le but d'exercer un meilleur contrôle des tiges au cours des mesurages subséquents, tous les arbres de 10 cm et plus de dhp ont été numérotés. De plus, dans une unité de 0,5 ha de chaque bloc de coupe, toutes les tiges de plus de 10 cm de dhp ont été mesurées, au millimètre près, à l'aide d'un galon circonférentiel, après la coupe et quinze ans plus tard.

Mesures avant et immédiatement après la coupe

Les résultats des tableaux 1 et 2 sont basés sur les données de quatre unités par bloc. Le tableau 1 présente les volumes marchands et les surfaces terrières, par bloc, avant et immédiatement après la coupe, ainsi que la proportion des essences principales et leurs dhp moyens.

La proportion des essences a été peu modifiée par la coupe, si ce n'est d'une très légère diminution de l'érable à sucre et d'une très légère augmentation du bouleau jaune. Ceci est dû au fait que le bouleau jaune a été favorisé lors du marquage. Quant aux diamètres moyens, ils ont diminué comme on pouvait s'y attendre à la suite d'une coupe de cette nature.

Le tableau 2 présente les données sur le marquage, l'intensité de coupe et les tiges blessées. Il est important de noter qu'une tige était considérée comme blessée si l'écorce avait été enlevée sur une surface d'au moins 54 cm². Ce tableau indique que l'intensité de la coupe est supérieure à l'intensité de marquage dans les blocs 3 et 4 puisque au moment de l'exploitation, quelques arbres non marqués ont été renversés par la chute des arbres abattus. Dans le bloc 2 (intensité légère), la coupe a été moins intensive que le marquage à cause d'un secteur difficilement accessible à la débusqueuse. On peut noter que la proportion de la surface terrière des arbres blessés augmente avec l'intensité de la coupe. Ce résultat s'explique parce que la machinerie doit circuler davantage et qu'un plus grand nombre d'arbres abattus causent plus de dégâts dans leur chute.

La figure 1 présente la distribution des tiges par classe de diamètre avant la coupe, immédiatement après et quinze ans après. Ces distributions sont caractéristiques des peuplements inéquiennes ; le nombre de tiges est très élevé dans les petits diamètres et diminue de façon plus ou moins régulière à mesure que le diamètre augmente. Après la coupe, la forme des courbes a été conservée puisque la récolte a été effectuée dans toutes les classes de diamètres. Dans le bloc 4 (forte intensité), les tiges des classes de dhp supérieures ont été éliminées lors de la coupe. Après quinze ans, on observe une diminution du nombre de tiges, comparativement au nombre initial avant le traitement, dans la classe de dhp de 10 à 18 cm. Cette diminution apparaît autant dans les blocs traités que dans le témoin. Dans les trois premiers blocs (témoin, intensité légère et intensité modérée), les courbes obtenues après quinze ans se rapprochent des courbes initiales avant la coupe pour les classes supérieures à 20 cm de dhp. Pour ces blocs, le nombre de tiges dans la classe de 30 à 38 cm dépasse même, après 15 ans, le nombre initial de tiges pour cette classe. Par contre, dans le bloc 4 (intensité forte), on remarque un important manque de tiges après 15 ans dans cette classe de diamètre, comparativement au nombre initial mesuré avant la coupe.

Tableau 1. Composition et diamètre moyen des essences principales avant et après la coupe, selon l'intensité de coupe

Bloc*	Volume marchand				dph moyen des tiges > 1 cm (cm)			Surface terrière
	Total (m^3/ha)	Ers (%)	Heg (%)	Boj (%)	Ers	Heg	Boj	Total (m^2/ha)
1								
Aucune coupe	228	93,8	3,9	2,0	22,6	20,4	34,2	26,6
2								
Avant la coupe	217	81,6	14,6	2,7	19,4	22,9	28,9	26,7
Après la coupe	149	81,9	12,4	4,4	18,1	20,9	28,4	19,3
3								
Avant la coupe	233	88,0	7,2	3,1	22,3	17,5	30,5	27,4
Après la coupe	137	84,8	6,6	6,0	20,1	16,1	30,8	17,1
4								
Avant la coupe	229	90,2	6,0	3,8	22,0	20,3	31,2	26,7
Après la coupe	103	86,6	7,4	5,8	20,1	18,8	30,5	12,8

* Ers : érable à sucre, Heg : hêtre à grandes feuilles, Boj : bouleau jaune. Chaque bloc est constitué de huit placettes. La désignation numérique correspond à l'intensité de coupe : 1 : témoin, 2 : intensité légère, 3 : intensité modérée, 4 : intensité forte.

Tableau 2. Intensité de marquage, intensité de coupe et pourcentage de tiges blessées par bloc

Bloc	Surface terrière (m²/ha)		Intensité de marquage (%)	Surface terrière après la coupe (m²/ha)			Surface terrière de bois coupé (m²/ha)	Intensité de coupe (%)	Tiges blessées (%)
	Avant la coupe	Marquée		Tiges saines	Tiges blessées	Total			
1	26,6	-	-	-	-	-	-	-	-
2	26,7	7,8	29,2	17,9	1,4	19,3	7,4	27,7	7,3
3	27,4	9,3	33,9	15,2	1,9	17,1	10,3	37,7	11,1
4	26,7	13,0	48,7	10,5	2,4	12,9	13,9	51,9	18,6

Mesures 15 ans après la coupe

Ces résultats sont basés sur deux groupes de mesures :

- une unité de 0,5 ha par bloc. Les mesures ont été prises au galon circonférentiel sur les tiges de 9,1 cm et plus de dhp, à l'automne 1984, à l'automne 1994 et à l'automne 1998 ;
- quatre unités de 0,5 ha par bloc. Les mesures ont été prises au compas forestier sur les tiges de 1,1 cm et plus de dhp à l'automne 1983 et, quinze ans plus tard, à l'automne 1998.

Les termes utilisés pour les placettes mesurées au galon circonférentiel se définissent comme suit :

- Accroissement annuel des survivants : accroissement en surface terrière des tiges de 9,1 cm et plus de dhp et vivantes au début et à la fin de la période de 15 ans ;
- Recrues : tiges ayant atteint 9,1 cm et plus de dhp entre le début et la fin de la période de 15 ans ;
- Mortalité : tiges présentes à la première mesure et mortes après 15 ans ;
- Accroissement annuel net : accroissement annuel en surface terrière des survivants et des recrues, moins la mortalité.

Résultats des mesures prises au galon circonférentiel

Accroissement en surface terrière

Le tableau 3 présente les données d'accroissement et de mortalité en surface terrière par unité d'échantillonnage de 0,5 ha pour la durée de rotation de 15 ans. Les mêmes données sont illustrées à la figure 2.

Les résultats présentés permettent de dégager les faits suivants :

- L'accroissement annuel des tiges survivantes ne diffère pas beaucoup entre les divers traitements et se situe entre 0,42 et 0,48 m²/ha. En d'autres termes, les surfaces terrières, bien que considérablement moindres après la coupe dans les blocs 3 et 4, ont produit pour les tiges survivantes à peu près le même accroissement que le bloc coupé légèrement et le témoin. Dans les blocs coupés, l'élimination des tiges de faible vigueur a eu un effet positif sur la croissance en surface terrière des tiges résiduelles. Remarquons que les taux d'accroissement sont inversement proportionnels à la surface terrière résiduelle et plus du double dans le bloc coupé fortement par rapport au témoin.

Tableau 3. Accroissements et taux d'accroissement annuels en surface terrière (15 ans après la coupe) dans les unités mesurées au galon circonférentiel

Unité (intensité de la coupe)	Surface terrière initiale m²/ha	Survivants		Recrus		Mortalité		Net	
		m²/ha	%	m²/ha	%	m²/ha	%	m²/ha	%
1C (témoin)	25,2	0,44	1,74	0,01	0,05	0,17	0,69	0,28	1,11
2C (légère)	19,0	0,48	2,54	0,05	0,25	0,14	0,72	0,39	2,07
3C (modérée)	14,8	0,42	2,82	0,06	0,43	0,14	0,92	0,35	2,33
4C (forte)	12,5	0,43	3,45	0,06	0,50	0,09	0,73	0,40	3,22

ERRATA — Cette page remplace la page 5

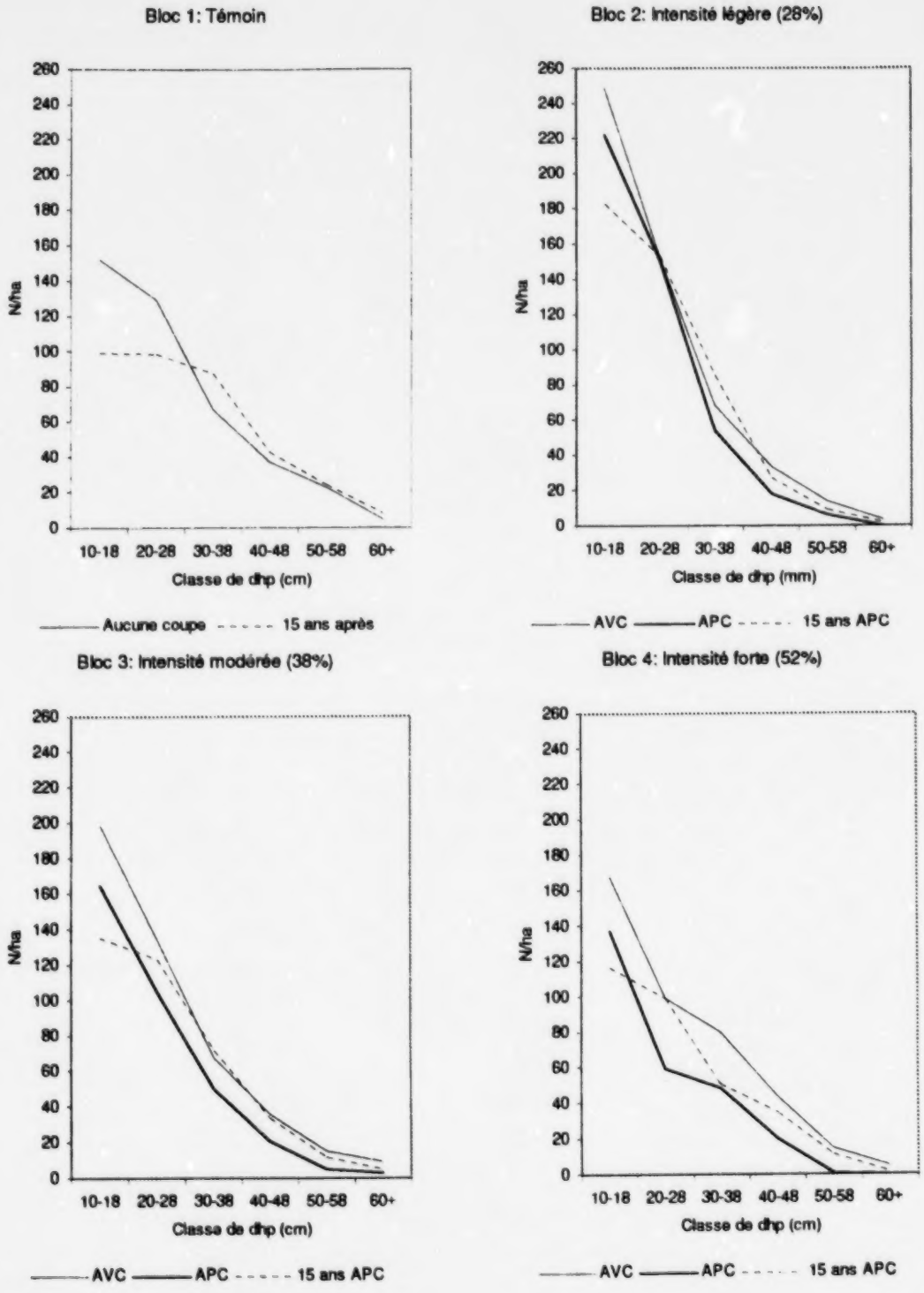

Figure 1. Distribution des tiges par classe de diamètre avant la coupe (AVC), après la coupe (APC) et 15 ans après la coupe.

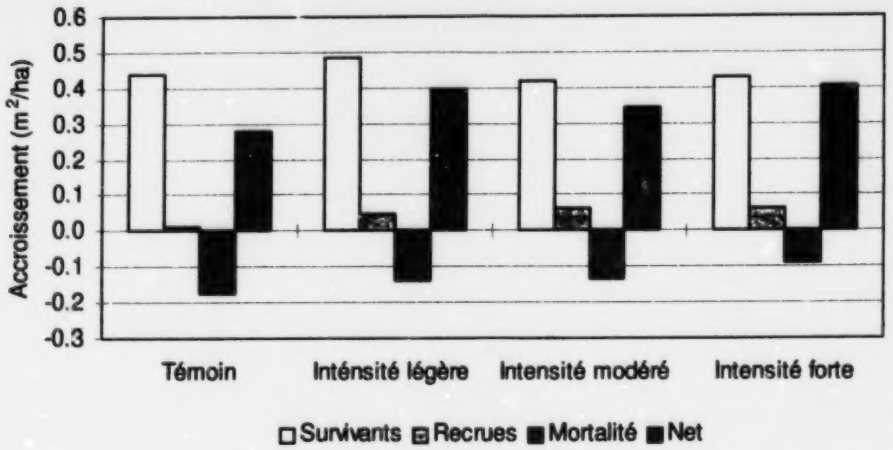

Figure 2. Accroissements annuels en surface terrière (période de 15 ans) dans les unités mesurées au galon circonférentiel.

- L'arrivée annuelle des recrues a été plus marquée dans les blocs 3 et 4, avec 0,06 m²/ha comparativement à 0,05 m²/ha dans le bloc 2 et seulement 0,01 m²/ha dans le témoin. Cette différence entre les traitements se reflète davantage sur le taux qui est dix fois plus élevé dans le bloc 4 (0,5 % par rapport au témoin (0,05 %).

- La mortalité annuelle est légèrement plus élevée dans le témoin (0,17 m²/ha) comparativement aux blocs traités, avec des valeurs respectives de 0,14 m²/ha pour les blocs 2 et 3 et 0,09 m²/ha pour le bloc 4. Comme les surfaces terrières sont plus basses dans les blocs traités, le taux de mortalité est conséquemment supérieur à celui du témoin. Dans les blocs traités, les principaux facteurs responsables de la mort des tiges sont les chablis et les blessures graves dues à la coupe. Dans les peuplements mixtes composés de pruche et de feuillus d'ombre, Tyrrell et Crow (1994) ont trouvé un taux de mortalité moyen de 0,90 %, ce qui s'approche des valeurs que nous avons calculées à Sainte-Véronique (0,69 à 0,92 %).

- L'accroissement annuel net dépend de l'accroissement des survivants et des recrues, auquel on soustrait la mortalité. Comme celle-ci est plus élevée dans le témoin, l'accroissement annuel net est supérieur dans les blocs traités. Cet accroissement se situe entre 0,35 m²/ha et 0,40 m²/ha dans les blocs traités, comparativement à 0,28 m²/ha dans le témoin. Les différences dans les taux sont plus marquées avec des valeurs de 1,11 % dans le témoin et entre 2,07 et 3,22 % dans les traités. Il est évident que ce taux augmente avec la diminution de la surface terrière.

- Les accroissements présentés dans cette étude sont inférieurs à ceux que les Américains ont obtenus dans les régions où le climat est plus favorable que le nôtre. Parmi ceux-ci, mentionnons Mader et Nyland (1984) avec des accroissements annuels nets de 0,57 m²/ha, Erdman et Oberg (1973) avec des valeurs entre 0,61 et 0,70 m²/ha et Lamson et Smith (1991) qui rapportent des accroissements annuels nets entre 0,48 et 0,62 m²/ha. Nos résultats s'approchent davantage de ceux de Crow *et al.* (1981) qui obtiennent dans l'État du Michigan des valeurs d'accroissement annuel net de 0,40 à 0,48 m²/ha pour des surfaces terrières comprises entre 11 et 21 m²/ha. En Nouvelle-Angleterre, Solomon (1977) obtient, dix ans après la coupe, des accroissements entre 0,26 et 0,52 m²/ha pour des surfaces terrières se situant entre 13,8 et 18,4 m²/ha. C'est le cas aussi d'Ondro et Love (1979) qui obtiennent dans le sud de l'Ontario des accroissements annuels nets de 0,25 à 0,30 m²/ha dans des peuplements jardinés comparativement à 0,10 m²/ha dans un bloc témoin.

Accroissement en diamètre

Les accroissements annuels en diamètre sont regroupés par classes de 10 cm (tableau 4). Les résultats montrent que l'accroissement en diamètre s'est accru après la coupe dans l'ensemble des unités traitées et que cet accroissement augmente de façon inversement proportionnelle à la surface terrière résiduelle. Cette relation est plus forte pour les tiges entre 10 et 18 cm ; il s'agit des tiges intermédiaires dont les cimes reçoivent plus de lumière après la coupe des arbres voisins. Remarquons que les meilleurs accroissements annuels moyens en diamètre dépassent 4 mm. Dans les unités à forte intensité de coupe, les tiges s'accroissent même dans les classes supérieures. Ces résultats sont aussi de même nature que ceux de Solomon (1977), Mader et Nyland (1984) et de Strong *et al.* (1995), mais les valeurs obtenues à Sainte-Véronique sont cependant plus faibles si on les compare à celles des deux derniers auteurs.

Tableau 4. Accroissement annuel en diamètre (mm) en fonction du dhp et de la surface terrière (15 ans après la coupe) dans les unités mesurées au galon circonférentiel

Unité (intensité de la coupe)	Surface terrière initiale m²/ha	Classe de D.H.P (cm) 10-18	20-28	30-38	40 et +
1C (témoin)	25,2	1,60	2,56	3,07	3,12
2C (légère)	19,0	2,99	3,52	3,11	2,69
3C (modéré)	14,8	4,13	3,81	3,91	3,25
4C (forte)	12,5	4,51	4,42	4,13	4,51

Résultats des mesures prises au compas forestier

D'après les résultats du tableau 5, l'accroissement annuel net le plus élevé se trouve dans le bloc 4 (intensité forte) où il atteint 0,63 m²/ha ou 5,00 %, suivi du bloc 3 (intensité modérée avec 0,57 m²/ha ou 3,36 %) et du bloc 2 (intensité légère avec 0,43 m²/ha ou 2,23 %). Le témoin présente l'accroissement annuel net le moins élevé avec 0,21 m²/ha ou 0,80 %.

Une bonne partie de l'accroissement provient des gaules (tiges se situant entre 2 et 8 cm de dhp). Cet accroissement est le meilleur dans le bloc 4 (0,18 m²/ha) où les ouvertures créées par la coupe sont les plus grandes, mais il est aussi plus élevé dans le témoin que dans le bloc 2 (intensité légère).

L'accroissement annuel net des tiges de 10 cm et plus ne diffère pas beaucoup entre les blocs traités, il varie entre 0,37 et 0,45 m²/ha, mais il est largement supérieur à celui du témoin (0,14 m²/ha). Les différences entre les taux sont beaucoup plus élevées à cause des surfaces terrières résiduelles différentes. Les valeurs des taux moyens varient de 3,65 % dans le bloc 4 à 2,72 % dans le bloc 3 et 1,97 % dans le bloc 2, comparativement à 0,52 % dans le témoin. Les résultats s'approchent plus ou moins de ceux présentés au tableau 3. Comme il ne s'agit pas des mêmes surfaces, les résultats des deux tableaux ne peuvent pas être identiques. Les surfaces de 0,5 ha (tableau 3) sont incorporées dans les surfaces de 2 ha dans le tableau 5.

La rotation prévue à Sainte-Véronique est de 15 ans et, d'après les calculs (Richard *et al.* 1982), une intensité de coupe jardinatoire de 28 % devrait assurer le retour de la surface terrière initiale après la période de 15 ans. C'est l'intensité de la coupe qui a été appliquée dans le bloc 2 (27,7 %). La surface terrière dans ce bloc était de 26,7 m²/ha avant la coupe et de 19,3 m²/ha immédiatement après la coupe. Quinze ans plus tard, avec un accroissement périodique de 6,45 m²/ha, elle a atteint 25,8 m²/ha. Il manque ainsi 0,9 m²/ha pour atteindre la valeur initiale. Le bloc 3 (intensité modérée) prendrait 18 ans pour atteindre la surface terrière d'avant la coupe (27,4 m²/ha) à la condition que l'accroissement annuel net continue au même rythme. Quant au bloc 4, il faudrait 23 ans pour atteindre la surface terrière initiale. Remarquons cependant qu'une bonne partie de la surface terrière sera composée de gaulis, surtout dans le bloc coupé à forte intensité.

Développement des gaules
(tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp)

Le tableau 6 résume le développement des gaules entre les deux mesures. Remarquons que les données de 1983 ont été prises après la coupe, l'érable à sucre étant le plus nombreux dans tous les blocs, accompagné d'un peu de hêtre et d'une présence minime des autres espèces. Quinze ans après, on note des différences considérables en nombre de tiges et en composition dans tous les blocs, y compris le témoin. L'érable à sucre a augmenté de 4 à 42 fois selon les blocs. Ces résultats étaient prévisibles compte

Tableau 5. Accroissements et taux d'accroissement annuels en surface terrière (période de 15 ans) dans les blocs mesurés au compas forestier

	Surface terrière (m²/ha)						Accroissement annuel net (m²/ha)					
	Début de la période Classe de dhp (cm)			Fin de la période Classe de dhp (cm)			Classe de dhp (cm)					
Bloc	2 à 8	10 et +	tous	2 à 8	10 et +	tous	2 à 8		10 et +		tous	
1 - témoin	0,41	26,13	26,54	1,56	28,18	29,74	0,08	18,73%	0,14	0,52%	0,21	0,80%
2 - intensité légère	0,64	18,68	19,32	1,58	24,20	25,78	0,06	9,92%	0,37	1,97%	0,43	2,23%
3 - intensité modéré	0,41	16,62	17,03	2,22	23,40	25,62	0,12	29,92%	0,45	2,72%	0,57	3,36%
4 - intensité forte	0,28	12,29	12,57	2,98	19,02	22,00	0,18	65,58%	0,45	3,65%	0,63	5,00%

Tableau 6. Développement des gaules. Nombre de tiges de 1,1 à 9,0 cm de dhp à l'hectare

Espèce	Année de mesurage	Bloc et surface terrière initiale			
		1 Témoin 26,5 m²/ha	2 Intensité légère 19,3 m²/ha	3 Intensité modérée 17,0 m²/ha	4 Intensité forte 12,6 m²/ha
Ers	1983	232	246	159	124
	1998	2 846	987	3 644	5 232
Heg	1983	16	17	23	6
	1998	708	1 732	735	693
Boj	1983	1	1	2	1
	1998	42	166	300	564
Autres	1983	3	2	2	--
	1998	50	54	108	8
Total commerciales	**1983**	**252**	**266**	**186**	**131**
	1998	**3 646**	**2 939**	**4 787**	**6 497**
Cep	1983	---	---	---	---
	1998	---	25	125	553
Erp	1983	5	6	14	---
	1998	68	710	514	805
Ere	1983	---	1	1	---
	1998	1	22	138	12
Autres	1983	---	---	---	---
	1998	---	---	10	1
Total non commerciales	**1983**	**5**	**7**	**15**	**--**
	1998	**69**	**765**	**787**	**1 371**

Ers : érable à sucre, Heg : hêtre à grande feuilles, Boj : bouleau jaune, Cep : cerisier de Pennsylvanie, Erp : érable de Pennsylvanie, Ere : érable à épis.

tenu des expériences antérieures dans les érablières (Tuass 1968, Berry 1981, La Roque 1985 et Crow et Metzger 1987). L'augmentation a été la plus forte dans les blocs 3 et 4 où les ouvertures après la coupe étaient plus grandes. Par contre, l'érable à sucre a augmenté beaucoup plus dans le témoin que dans le bloc traité à faible intensité de coupe. Le hêtre est entré en force dans tous les blocs et se compte par plusieurs centaines de tiges. Dans le bloc 2 (intensité légère), le nombre de hêtres est presque le double de celui de l'érable à sucre. Il a augmenté de 17 tiges en 1983 à 1732 tiges en 1998. Le bouleau jaune, qui était pratiquement absent en 1983, a augmenté dans tous les blocs proportionnellement à l'intensité de coupe. Avec 166 tiges, le bouleau jaune représente 4,5 % du nombre total des gaules dans le bloc 2 et sa proportion atteint seulement 7 % avec 564 tiges dans le bloc 4, malgré une coupe de forte intensité. Le nombre et la proportion de bouleaus jaunes ont été beaucoup plus élevés dans les blocs traités par jardinage mixte (par pied d'arbre et par petites trouées d'une superficie variant de 200 à 500 m²) réalisé en 1985 à Sainte-Véronique (Majcen 1997) et en 1988 à Duchesnay (Majcen 1998). D'excellents résultats ont été également obtenus près de Lac-Mégantic en 1988 avec une coupe par pied d'arbre d'intensité modérée mais où le bouleau jaune n'a pas subi une forte concurrence de l'érable à sucre et du hêtre (Majcen 1998).

Il y avait très peu d'espèces non commerciales dans les quatre blocs en 1983. L'érable de Pennsylvanie est apparu par quelques centaines de tiges dans les blocs coupés. L'apparition du cerisier de Pennsylvanie est conditionnée par l'entrée importante de la lumière. Conséquemment, il est très abondant dans le bloc coupé à forte intensité. Dans tous les blocs coupés, le nombre d'espèces non commerciales est très loin de celui des espèces commerciales et ne présente aucune menace sérieuse à la croissance de ces dernières.

Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude permettent de vérifier l'évolution du peuplement quinze ans après des coupes de jardinage de diverses intensités. On constate que la surface terrière initiale n'a pas été entièrement retrouvée dans le bloc 2 (traité à 28 %), comme les premières mesures l'avaient projeté (Majcen 1995). Il faut cependant noter que les traitements ont été réalisés dans une forêt issue de coupes d'écrémage successives et que le premier marquage n'a pas réussi à éliminer toutes les tiges non vigoureuses et à réduire la mortalité. Ces traitements ont tout de même permis d'augmenter la vigueur du peuplement par la réduction du nombre de tiges non vigoureuses. La deuxième coupe permettra de réduire davantage le nombre de tiges non vigoureuses, ce qui devrait faire diminuer le taux de mortalité dans le peuplement. À la suite de cette intervention, on devra ajuster la durée de la rotation ou l'intensité de coupe en fonction de l'accroissement et de la mortalité.

Comme le premier marquage visait essentiellement les tiges non vigoureuses, la coupe qu'on a pratiquée a été une combinaison de jardinage et d'assainissement. Par ce traitement, il était difficile de constituer un équilibre parfait entre le nombre de tiges par classe de diamètre selon la distribution de Liocourt. Malgré ce fait, c'est uniquement dans la classe de 10 à 18 cm de dhp que le nombre de tiges demeure bien inférieur en 1998 au nombre initial dans les blocs coupés et dans le témoin. Cette baisse s'explique par le passage soutenu des tiges dans les classes supérieures et par un nombre insuffisant de gaules de 8 cm susceptibles de franchir le seuil de 9,1 cm de dhp. L'apparition massive des gaules devrait causer un fort bond de celles-ci dans la classe de 10 à 18 cm au cours des prochaines décennies. Une meilleure distribution du nombre de tiges par classe de diamètre selon Liocourt sera possible au cours des prochaines rotations lorsque la méthode se rapprochera plus d'une coupe de jardinage que d'une coupe d'assainissement.

Dans les blocs coupés à 38 et 52 %, la surface terrière initiale sera atteinte respectivement 18 et 23 ans après la coupe si l'accroissement net continue au même rythme, mais une bonne partie de la surface terrière sera tout de même constituée de gaules. Il faut également noter que le bloc coupé à 52 % présente une déficience du nombre de tiges entre 10 et 38 cm de diamètre. Une coupe éventuelle dans cette place à la fin de la rotation de 23 ans détériorerait davantage la structure jardinée déjà perturbée par la coupe de 1983. Il serait souhaitable d'attendre quelques années de plus que la durée de la rotation prévue avant d'intervenir. On pourrait ainsi, par la suite, procéder à une coupe de moindre intensité afin de viser une meilleure distribution des tiges selon les classes de diamètre.

La proportion des gaules d'érable à sucre par rapport au hêtre est meilleure dans les blocs coupés à 38 et 52 % et le bouleau jaune y est également plus abondant. Malgré ces résultats, il faut considérer que si l'objectif est d'obtenir une structure jardinée et une rotation se situant entre 15 et 20 ans, une coupe de moindre intensité doit être appliquée. Le traitement devra viser à favoriser davantage la régénération des essences désirées, comme le bouleau jaune et l'érable à sucre. Des coupes de jardinage par pied d'arbre parsemées de petites trouées (environ 400 m²) et un prélèvement sur près du tiers de la surface terrière devraient être envisagés si on considère les résultats préliminaires obtenus dans d'autres travaux publiés récemment (Majcen 1997, 1998). Toutefois, il faut poursuivre les recherches afin de déterminer la méthode de coupe qui donnera les meilleurs résultats selon la rotation retenue et les objectifs de production visés. D'autres résultats concernant l'effet des coupes de jardinage sont à venir dans les prochaines années puisque d'autres dispositifs ont été installés dans plusieurs secteurs forestiers de la forêt feuillue québécoise.

Remerciements

Les auteurs et leurs collaborateurs tiennent à remercier MM. Louis Blais, René Doucet, Jean-Claude Ruel et Sylvain Végiard pour leurs commentaires et pour leurs critiques constructives du texte. Des remerciements s'adressent également à Mmes Sylvie Bourassa et Nathalie Langlois pour la dactylographie. Nous remercions M. Fabien Caron pour la révision linguistique du manuscrit et pour son édition.

Références

ARBOGAST, C., Jr., 1957. *Marking guides for northern hardwoods under the selection system*. USDA Forest Serv., Lake States For. Exp. Stn., Stn. Pap. No. 56. 21 p.

BERRY, A.B., 1981. *A study in single tree selection for tolerant hardwoods*. Can For. Serv., Petawawa Natl. For. Inst. Inf. Rep-PI-X-8.

CROW, T.R. et F.T. METZGER, 1987. *Regeneration under selection cutting*. Dans : Managing Northern hardwoods. N.Y. State Univ. Coll. Environ. Sci. For. Syracuse. Tech. Publ. No. 13 (ESF 87-002) : 81-94.

CROW, T.R., C.H. TUBBS, R.D. JACOBS et R.R. OBERG, 1981. *Stocking and structure for maximum growth in sugar maple selection stands*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Pap. NC-109. 16 p.

CURTIS, R.O., 1978. *Growth and yield in uneven-aged stands*. Dans : Uneven-aged silviculture and management in the United States. USDA. Forest Service, Timber Management Research, Washington. Gen. Tech. Rep. WO-24 : 186-201

ERDMAN, G.G. et R.R. OBERG, 1973. *Fifteen-year results from six cutting methods in second-growth Northern hardwoods*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Pap. NC-100. 12 p.

EYRE, F.H. et V.M. ZILLGITT, 1953. *Partial cuttings in Northern hardwoods of the Lake States : twenty-year experimental results*. USDA, Washington. Agric. Tech. Bull. No. 1076. 124 p.

GRANDTNER, M.M., 1966. *La végétation forestière du Québec méridional*. Presses de l'Université Laval, Québec. 216 p.

HANSEN, G.D., et R.D. NYLAND, 1987. *Effects of diameter distribution on the growth of simulated uneven-aged sugar maple stands*. Can. J. For. Res. 17(1) : 1-8.

LA ROCQUE, G., 1985. *Regeneration in a tolerant hardwoods stand managed under single tree selection*. Can. For. Serv., Petawawa Natl. For. Inst., Inf. Rep. PI-X-50.

LAJOIE, P.G., 1967. *Étude pédologique des comtés de Hull, Labelle et Papineau (Québec)*. Agriculture Canada, Ottawa.

LAMSON, N.I. et H.C. SMITH, 1991. *Stand development and yields of Appalachian hardwood stands managed with single-tree selection for the last 30 years*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Pap. NE-655.

LEAK, W.B., 1996. *Long-term structural changes in uneven-aged Northern hardwoods*. Forest Science 42(2) : 160-65.

LEAK, W.B. et S.M. FILIP, 1977. *Thirty-eight years of group selection in New England Northern hardwoods*. J. For. 75 : 641-643.

MADER, F.S. et R.D. NYLAND, 1984. *Six year response of Northern hardwoods to the selection system*. North. J. Appl. For. 1 : 87-91.

MAJCEN, Z., Y. RICHARD et M. MÉNARD, 1984. *Écologie et dendrométrie dans le sud-ouest du Québec. Étude de douze secteurs forestiers*. Min. Énergie et Ress., Dir de la rech. Mémoire n° 85. 333 p.

MAJCEN, Z., 1995. *Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. n° 122. 23 p.

MAJCEN, Z., 1996. *Coupe de jardinage et coupe de succession dans cinq secteurs forestiers*. Accroissement quinquennal en surface terrière et état de la régénération. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Note de rech. for. n° 70. 20 p.

MAJCEN, Z., 1997. *Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs : accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. n° 129. 48 p.

MAJCEN, Z., 1998. *Coupe de jardinage dans trois secteurs forestiers. Accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Rapport interne n°430. 42 p.

MAJCEN, Z., Y. RICHARD, M. MÉNARD et Y. GRENIER, 1990. *Choix des tiges à marquer pour le jardinage d'érablières inéquiennes. Guide technique*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. n° 96. 95 p.

MAJCEN, Z. et Y. RICHARD, 1992. *Résultats après cinq ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière*. Can. J. For. Res. 22 : 1623-1629.

MAJCEN, Z. et Y. RICHARD, 1995. *Coupe de jardinage dans six régions écologiques du Québec. accroissement quinquennal en surface terrière*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la rech. for. Mémoire de rech. for. n° 120. 22 p.

MARQUIS, D.A., R.L. ERNST et S.L. STOUT, 1984. *Prescribing silvicultural treatments in hardwood stands of the Alleghenies*. U.S.D.A. For. Serv., Gen. Tech. Rep. NE-96.

MEYER, H. A., 1952. *Structure, growth, and drain in balanced uneven-age forests*. Journal of Forestry 50 (2) : 85-92.

MURPHY, P.A., M.G. SHELTON et D.L. GRANEY, 1993. *Group selection – Problems and possibilities for the more shade-intolerant species*. Dans : A.R. Gillepsie, G.R. Parker et P.E. Pope (éd.). Proceedings, 9th Central Hardwood Forest Conference. USDA Forest Service, St. Paul, Minn. General Technical Report NC-161 : 229-247.

NYLAND, R.D., 1998. *Selection system in northern hardwoods*. Journal of Forestry 96 (7) : 18-21.

O'HARA, K.L., 1998. *Silviculture for structural diversity : a new look at multiaged systems*. Journal of Forestry 96(7) : 4-10.

ONDRO, W.J., et D.V. LOVE, 1979. *Growth response of Northern hardwoods to partial cutting in southern Ontario*. For. Chron. 55 : 1-16.

RICHARD, Y., Z. MAJCEN et M. MÉNARD, 1982. *Étude dendrométrique des groupements végétaux du secteur de Sainte-Véronique*. Min. de l'Énerg. et des Ress., Serv. de la rech. (Terres et Forêts). Rapport interne n° 29. 106 p.

SOLOMON, D.S., 1977. *The influence of stand density and structure on growth of Northern hardwoods in New England*. USDA For. Serv., Res. Pap. NE-362. 13 p.

STRONG, T.F., G.G. ERDMAN et J.N. NIESE, 1995. *Forty years of alternative management practices in second-growth, pole size Northern hardwoods. I. Tree quality development*. Can. J. For. Res. 25 : 1173-1179.

THIBAULT, M., 1985. *Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation*. Min. de l'Énergie et des Ressources, Service de la recherche et Service de la cartographie. Carte au 1 : 1 250 000.

TUBBS, C.H., 1968. *The influence of residual densities on regeneration in sugar maple stands*. U.S.D.A. For. Serv., Res. Note NC-47.

TYRELL, L.E. et T.R. CROW, 1994. Dynamics of dead wood to old-growth hemlock-hardwood forests of northern Wisconsin and northern Michigan. Can. J. For. Res. 24 : 1672-1683.

2000-3054

ISBN 2-550-35757-4
Dépôt légal 2000
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 2000 Gouvernement du Québec

Québec
Ministère des
Ressources naturelles